

Attorney's Docket No. 045106.242051

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re: Feng Li  
Appl. No.: 10/073,709  
Filed: February 11, 2002  
For: BASEBAND PROCESSING METHOD BASED ON SMART ANTENNA  
AND INTERFERENCE CANCELLATION

Confirmation No.: 5428

February 25, 2003

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

RECEIVED

MAR 05 2003

Technology Center 2600

**SUBMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

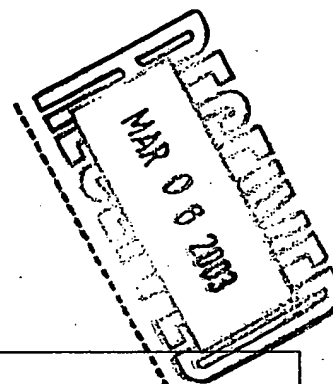
To complete the requirements of 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of Chinese priority Application No. 99111349.7, filed August 10, 1999.

Respectfully submitted,



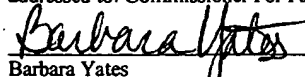
Andrew T. Meunier  
Registration No. 40,726

Customer No. 00826  
Alston & Bird LLP  
Bank of America Plaza  
101 South Tryon Street, Suite 4000  
Charlotte, NC 28280-4000  
Tel Atlanta Office (404) 881-7000  
Fax Atlanta Office (404) 881-7777



**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner For Patents, Washington, DC 20231, on February 25, 2003

  
Barbara Yates



# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日 期: 1999 08 10

申 请 号 码: 99 1 11349.7

申 请 类 别: 发明

发 明 名 称: 基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法

申 请 单 位: 信息产业部电信科学技术研究院

发 明 人: 李峰

RECEIVED

MAR 05 2003

Technology Center 2600



中华人民共和国

国家知识产权局局长

王 景 川

2003 年 1 月 24 日

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

# 权 利 要 求 书

- 1.一种基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法, 其特征在于包括:
  - A.利用已知的用户训练序列, 对来自每一链路天线单元及射频收信机的采样
  - 5 数据输出信号进行信道估计, 得到所有用户在所有信道上的响应;
  - B. 在信道估计的基础上, 利用智能天线波束赋形, 从所述的采样数据输出信号中提取有用的符号级信号;
  - C.对获得的有用的符号级信号进行数据重构, 并加扰码, 得到码片级的重构信号;
  - 10 D.从所述的采样数据输出信号中减去重构信号;
  - E.反复执行步骤 B 至 D, 恢复所有用户信号结果。
- 2.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法, 其特征在于: 所述的步骤 A 是由信道估计模块完成的, 所述的信道响应中含有与各用户的训练序列有关的矩阵, 该矩阵是提前计算并存储的。
- 15 3.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法, 其特征在于: 所述的步骤 B 包括: 利用功率估计模块对所有用户在所有信道上的响应进行功率估计, 计算所有用户的主径与多径在搜索窗中的功率分布情况; 将计算的功率分布情况送信号生成器中进行信号生成, 包括: 计算每个用户的最大峰值功率的所在点; 将峰值点的位置存储在功率点中; 在功率点上用智能天线算法获
- 20 得所有信号在该点上的解扩结果。
- 4.根据权利要求 3 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法, 其特征在于: 所述的在计算每个用户的最大峰值功率的所在点时, 对于最强径不与其它用户在同一点上的与基站不同步的用户, 向其发送模块送调整参数。
- 5.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法, 其特征
- 25 在于: 所述的步骤 B 还包括: 将解扩结果同时送信噪比估计模块, 估计所有用户的信噪比, 信噪比低的用户则继续执行所述的步骤 C、D、E, 信噪比高的用

BEST AVAILABLE COPY

户直接输出用户信号结果。

5 6.根据权利要求 5 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，其特征在于：所述的估计用户的信噪比包括：计算用户的功率；将功率超过一定域值的判断为有效功率；对所有有效功率的信号在它们对应的星座图的点上求方差；方差大于给定的域值时，判断用户的信噪比低，方差小于给定的域值时，判断用户的信噪比高。

7.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，其特征在于：所述的步骤 C 是在信号重构模块中对原始信号进行重构，求出所有用户信号及多径在各天线单元上的分量。

10 8.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，其特征在于：所述的步骤 D 是在干扰消除模块中进行干扰消除的。

9.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，其特征在于：所述的步骤 E 是在判断模块中进行的，当干扰消除的循环次数达到预设的小于或等于搜索窗长度的次数时，停止干扰消除，输出恢复信号的结果。

15 10.根据权利要求 1 所述的基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，其特征在于：所述的步骤 E 是在判断模块中进行的，当所有信号的信噪比大于给定域值时，停止干扰消除，输出恢复信号的结果。

# 说明书

## 基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法

5 本发明涉及一种在使用智能天线的无线通信系统基站中，对干扰抵销信号的处理技术，更确切地说是涉及一种基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法。

在现代无线通信系统特别是在码分多址(CDMA)无线通信系统中，为了提高系统容量，提高系统灵敏度，和在较低发射功率下获得较远的通信距离，都希望使用所谓智能天线技术(Smart Antenna)。

10 在名称为“具有智能天线的时分双工同步码分多址无线通信系统”的发明专利申请中(97104039.7)，公开了一种采用现代智能天线的无线通信系统的基站结构，包括由一个或多个天线组成的天线阵列、相应的射频馈电电缆和一组相干的射频收发信机。根据天线阵列中各天线单元所接收到的来自用户终端的信号的不同反应，由基带处理器获得此信号的空间特征矢量和信号到达方向(DOA)，再使用  
15 用相应的算法实现接收天线波束赋形。其中任一个天线、相应的射频馈电电缆及相干的射频收发信机称为一条链路。将从上行接收波束赋形中获得的每一条链路的权重用于下行发射波束赋形，在对称的电波传播条件下，可达到智能天线的全部功能。

现代无线通信的主体是移动通信。参照 ITU 建议 M1225，由于移动通信是  
20 在复杂多变的移动环境下工作的，因此必须考虑严重的时变和多径传播影响。在上述专利申请及多篇公开发表的技术文献中，都涉及到对智能天线的波束赋形算法的研究，其结论是功能越强则算法越复杂。然而在移动通信环境下，波束赋形必须实时完成，且完成算法的时间是微秒级的，而受现代微电子技术水平的限制，在如此短的时间内，数字信号处理器(DSP)或专用芯片(ASIC)还不能实现过于复  
25 杂的实时处理。面对上述矛盾，在此移动通信环境下，智能天线的简单、实时算法也并不能解决多径传播问题，也就不能彻底解决 CDMA 系统容量问题。

而另一方面，为解决多径传播产生的干扰问题，人们深入研究了 Rake 接收机和联合检测或称多用户检测(Joint Detection)等技术，并将其广泛用于码分多址移动通信系统中。但对使用了智能天线技术的无线通信系统，上述 Rake 接收机或多用户检测技术并不便于直接使用，其主要原因是：多用户检测技术是对多码道的 CDMA 信号进行处理，经信道估计和匹配滤波器后，通过矩阵求逆直接将所有用户的信息一次解出，而智能天线技术是对每一条 CDMA 码道分开进行波束赋形，它难以利用用户多径带来的分集的好处；Rake 接收机技术对用户的主要多径分量进行合成，但它将破坏天线阵各天线的相位关系，且由于受其原理所限，用户数与扩频系数相同，而无法工作在满码道的情况下。

10 有一种正在研究的二维智能天线技术，其算法还不成熟且相当复杂。还有一种方法是在使用智能天线后进行多用户检测处理，但此时因每一条码道已经分开，则必须对每一条码道分别进行处理，其结果不但不能充分发挥多用户检测的功能，反而大大增加了基带信号处理的复杂度。

综上所述，为了使 CDMA 无线通信系统具有更高的容量和更好的性能，必须找到一种简单、实时工作且便于在基于智能天线的 CDMA 无线通信系统中使用的干扰抵销方法。

本发明的目的是设计一种基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，通过设计一种新的数字信号处理方法，使应用此方法的码分多址移动通信系统或其它无线通信系统，在使用智能天线的同时，能解决多径传播等干扰，并获得良好的效果。

本发明的目的是这样实现的：一种基于智能天线和干扰抵销的基带处理方法，其特征在于包括：

A.利用已知的用户训练序列，对来自每一链路天线单元及射频收信机的采样数据输出信号进行信道估计，得到所有用户在所有信道上的响应；

25 B. 在信道估计的基础上，利用智能天线波束赋形，从所述的采样数据输出信号中提取有用的符号级信号；

C.对获得的有用的符号级信号进行数据重构，并加扰码，得到码片级的重构信号；

D.从所述的采样数据输出信号中减去重构信号；

E.反复执行步骤 B 至 D，恢复所有用户信号结果。

5       所述的步骤 A 是由信道估计模块完成的，所述的信道响应中含有与各用户的训练序列有关的矩阵，该矩阵是提前计算并存储的。

      所述的步骤 B 包括：利用功率估计模块对所有用户在所有信道上的响应进行功率估计，计算所有用户的主径与多径在搜索窗中的功率分布情况；将计算的功率分布情况送信号生成器中进行信号生成，包括：计算每个用户的最大峰值功  
10   率的所在点；将峰值点的位置存储在功率点中；在功率点上用智能天线算法获得所有信号在该点上的解扩结果。

      所述的在计算每个用户的最大峰值功率的所在点时，对于最强径不与其它用户在同一点上的与基站不同步的用户，向其发送模块送调整参数。

      所述的步骤 B 还包括：将解扩结果同时送信噪比估计模块，估计所有用户  
15   的信噪比，信噪比低的用户则继续执行所述的步骤 C、D、E，信噪比高的用户直接输出用户信号结果。

      所述的估计用户的信噪比包括：计算用户的功率；将功率超过一定域值的判断为有效功率；对所有有效功率的信号在它们对应的星座图的点上求方差；方差大于给定的域值时，判断用户的信噪比低，方差小于给定的域值时，判断用户的  
20   信噪比高。

      所述的步骤 C 是在信号重构模块中对原始信号进行重构，求出所有用户信号及多径在各天线单元上的分量。

      所述的步骤 D 是在干扰消除模块中进行干扰消除的。

      所述的步骤 E 是在判断模块中进行的，当干扰消除的循环次数达到预设的小  
25   于或等于搜索窗长度的次数时，停止干扰消除，输出恢复信号的结果。

      所述的步骤 E 是在判断模块中进行的，当所有信号的信噪比大于给定域值

时，停止干扰消除，输出恢复信号的结果。

本发明方法的实质是为每一个信道在搜索窗长度内的每一条多径进行赋形，提取有用信号，再将这些有用的信号叠加，从而最大限度地利用了空间分集和时间分集的好处，即使系统在有严重多径干扰和白噪声干扰的情况下，仍有良好的结果。本方法计算量有限，完全可以用目前商用的数字信号处理器(DSP)或现场可编程逻辑门阵列(FPGA)来实现。

下面结合实施例及附图进一步说明本发明的技术

图 1 是使用智能天线的无线通信基站结构框图

图 2 是智能天线和干扰抵销方法的实施结构示意图

10 图 3 是智能天线和干扰抵销方法的实施流程框图

参见图 1，本发明所涉及的系统是具有智能天线和干扰抵销的移动通信系统，或无线用户环路系统等无线通信系统，图 1 示出系统中的基站结构。主要包括 N 个全同的天线单元 201A, 201B, ..., 201i, ..., 201N, N 条接近全同的馈电电缆 202A, 202B, ..., 202i, ..., 202N, N 个射频收发信机 203A, 203B, ..., 203i, ..., 203N, 和基带处理器 204。所有的射频收发信机 203 使用同一个本振信号源 208，以保证一基站中的各个射频收发信机是相干工作的。各射频收发信机中均设有模拟至数字变换器(ADC)和数字至模拟变换器(DAC)，因此所有的射频收发信机 203 的基带输入输出均为数字信号，它们与基带处理器 204 间通过一条高速数字总线 209 连接。图中 100 表示基站设备。

20 本发明仅讨论图 1 所示结构的基带处理中对接收信号的干扰抵销方法，不考虑其发信信号的处理，实现智能天线和干扰抵销的工作方式是在基带处理器 204 中完成的。

假设该 CDMA 无线通信系统共设计有 K 个码道(信道)，智能天线系统由 N 个天线单元和 N 个射频收发信机组成，共有 N 条链路。每条链路中经其射频收发信机的模拟至数字变换器采样后的输出数据为  $S_1(n), S_2(n), \dots, S_i(n), \dots, S_N(n)$ , 25 n 为第 n 个码片(Chip)，以来自第 i 条接收链路、经第 203i 射频收信机的模拟至



数字变换器采样后的数据  $S_i(n)$  为例,  $S_i(n)$  作为输入信号进入基带处理器 204。基带处理器 204 包括有与 N 条链路的 N 个射频收发信机 203A, 203B, ..., 203i, ..., 203N 相对应的信道估计模块 210A, 210B, ..., 210i, ..., 210N, 和智能天线干扰抵销模块 211, N 条链路的输出数据  $S_1(n), S_2(n), \dots, S_i(n), \dots, S_N(n)$  分别送

5 对应的信道估计模块 210A, 210B, ..., 210i, ..., 210N 和智能天线干扰抵销模块 211, 各信道估计模块 210A, 210B, ..., 210i, ..., 210N 输出信道响应信号  $\vec{h}_1, \vec{h}_2, \dots, \vec{h}_i, \dots, \vec{h}_N$  至智能天线干扰抵销模块 211, 智能天线干扰抵销模块 211 输出同步调整参数  $S_5(K)$  至下行发送模块, 和输出智能天线干扰抵销的结果  $S_{ca+1,K}(d)$  至信道译码模块, 其中  $\vec{h}_i = [h_{i,1}, h_{i,2}, \dots, h_{i,K}]$ 。

10  $S_i(n)$  信号进入信道估计模块 210i, 通过预先知道的训练序列(导频(Pilot)或 Midamble), 对 K 个信道情况进行估计, 可以获得 K 个信道冲击响应, 表示为  $h_{i,k}$ , 其中 i 表示为第 i 个天线, k 表示第 k 个信道。

其具体处理过程是: 已知的第 k 个用户的训练序列为  $m_k$ , 第 i 根天线上接收到的训练序列的数值为  $e_i$ , 则有

$$15 \quad e_i(n) = \sum_{k=1}^K \sum_{w=1}^W m_k(n-w+1)h_{i,k}(w) + n_{oi} \quad \dots\dots\dots \text{公式(1)}$$

其中 n 为第 n 个码片, w 为搜索窗长,  $n_{oi}$  为第 i 根天线接收到的白噪声。

可将公式(1)进一步改写为

$$e_i = Gh_{i,k} + n_{oi} \quad \dots\dots\dots \text{公式(2)}$$

则对信道的估计可以表示为

$$20 \quad h_{i,k} = (G^*TG)^{-1}G^*Te_i = M_{ii} \quad \dots\dots\dots \text{公式(3)}$$

其中 M 是一个仅与各个用户训练序列有关的矩阵, 可以提前计算并存储下来, 由于不必对其作实时计算, 就可大大加快信道估计的速度。

按上述过程分别计算所有用户在所有信道上的响应, 得到的  $h_{i,k}$  结果输入智能天线干扰抵销模块 211, 经其进一步处理将所有用户的信号恢复出来。

25 参见图 2, 图中示出天线干扰抵销模块 211 对干扰抵销的处理过程。由信道估计模块 210i 计算出的信道响应  $h_{i,k}$  首先被送到功率估计模块 220 中进行功率估

计，计算 K 个用户(同 K 个信道)的主径与多径在搜索窗中的功率分布情况，为

$$\text{power\_user}_k(m) = \sum_{i=1}^N \text{abs}(h_{i,k}(m)) \quad \dots\dots\dots \text{公式(4)}$$

然后计算每个用户的最大峰值功率的所在点，如果有的用户的最强径与其它用户的最强径不在同一点上，则说明此用户与基站不同步，基站将在下行信道中

5 通知此用户，令其调整，以与其它用户同步，这个调整参数即为前述的  $S_s(K)$ 。

再计算第 k 个用户的主径与多径在搜索窗中总功率的分布情况，为

$$\text{power\_abs}(m) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^K \text{abs}(h_{i,k}(m)) \quad \dots\dots\dots \text{公式(5)}$$

其中是搜索窗中的一个点，所获得的送信号生成器 221 中，进行信号生成，同时送入信号生成器 221 中的还有各信道估计模块 210A, 210B, ..., 210i, ...,

10 210N 输出信道响应信号  $\vec{h}_1, \vec{h}_2, \dots, \vec{h}_i, \dots, \vec{h}_N$ ，和 N 条链路的输出数据  $S_1(n)$ ,  $S_2(n)$ , ...,  $S_i(n)$ , ...,  $S_N(n)$ 。

信号生成器 221 首先计算 power\_abs 中的峰值点的位置，将计算出的结果存在 power\_point 中，同时令  $\text{power\_abs}(\text{power\_point}) = 0$ ，以便在下次做干扰时不再计算这一点，再在 power\_point 点上用智能天线算法，得到所有信号在这一

15 点解扩的结果，为

$$S_{ca+1,k}(d) = \sum_{i=1}^K h_{i,k}^* \sum_{q=1}^Q S_i((d-1)Q+q)C_{q,k}\text{pn\_code}(l)+S_{ca,k}(d) \quad \dots\dots\dots \text{公式(6)}$$

其中， $C_{q,k}$  是第 k 个用户的扩谱码，pn\_code(l)是扰码， $S_{ca,k}(d)$ 是上一次干扰抵销的结果，初始值  $S_{o,k}(d) = 0$ ，输出结果  $S_{ca+1,k}(d)$ 是符号级的。显然，由于用户不完全同步，且系统中有严重的多径干扰及白噪声，开始时的  $S_{ca+1,K}(d)$ 是一个

20 粗略结果。

将  $S_{ca+1,K}(d)$ 送到信噪比估计模块 224 和信号重构模块 222。信噪比估计模块 224 的作用是估计各个用户的信噪比，经信号生成器 221 生成后的信号已经是解扰、解扩及解调过的信号，此时估计各个用户的信噪比可以有很多种方法，其中之一的的方法是：对第 k 个用户首先计算它的功率，为

$$\text{power\_k} = \sum_{d=1}^D \text{abs}^2(S_k(d)) \quad \dots\dots\dots \text{公式(7)}$$

若功率超过一定的域值，则称为有效功率，对所有具有有效功率的信号在它们对应的星座图的点上求方差，如果方差大于给定的域值，则此用户的信噪比较低，其  $S_{ca+1,k}(d)$  的值不可信，需要做干扰消除；反之，如果方差小于给定的域值，则此用户的信噪比较高，其  $S_{ca+1,k}(d)$  的值不信，不需要做干扰消除。使用

5 信噪比估计模块的目的是为了简化干扰抵销的计算，对于可信信号则不必做干扰消除。

信号重构模块 222 是利用  $S_{ca+1,k}(d)$  对原始信号进行重构，重构的信号是码片级的为

$$S_{ca+1,k}(Q(d-1)+q) = S_{ca+1,k}(d)C_{q,k}pn\_code(l) \quad \dots\dots\dots \text{公式(8)}$$

10 然后求 K 个用户信号在 N 根天线上的分量，为

$$S'_{ca+1,i}(n) = \sum_{k=1}^K S_{ca+1,k}(n)h_{i,k}^* \quad \dots\dots\dots \text{公式(9)}$$

N 个天线恢复的结果送到干扰消除模块 223，进行干扰消除，为

$$S_i(n) = S_i(n) - S'_{ca+1,i}(n) \quad \dots\dots\dots \text{公式(10)}$$

图中判断模块 225 的作用是用于判断干扰消除可时停止的，共有两个判断条件：1) 所有信号的信噪比大于给定域值；2) 干扰消除的循环次数达到设定的次数，该次数小于或等于搜索窗长度，在这个范围内，循环次数是由数字信号处理器和 FPGA 等芯片的处理能力决定的。只要满足上述两个条件中的任何一个条件，智能天线干扰抵销方法处理过程就结束，输出恢复信号结果  $S_{ca+1,k}(d)$ 。

15

参见图 3，图中以 8 根天线为例说明智能天线干扰抵销方法的处理流程。

20 功能框 301，由功率估计模块 220 计算信道估计的功率；功能框 303、304，由信号生成模块 221 寻找功率中的最大值，计算偏差，并将此值设为 0，和在它的偏差点上解扩，波束赋形，获得结果并同时送信噪比判断模块 225 和通过判断模块 225 送信号重构模块 222；功能框 302，送出同步调整量  $S_s(k)$ ；功能框 308，重构数据，求这些重构数据在 8 根天线上的分量；功能框 309，从 `receive_data`

25 中减去重构数据在 8 根天线上的分量，所得结果仍存入 `receive_data` 中，并重复执行功能框 303 至 309，当功能框 305 信噪比判断模块 224 判断信噪比大、小，

和经功能框 306 判断模块 225，在循环到指定次数或者所有用户的信噪比都满足要求时，结束干扰消除，由功能框 307 输出恢复信号结果。

本发明主要针对码分多址无线通信系统，包括时分双工(TDD)和频分双工(FDD)的码分多址无线通信系统。任何从事无线通信系统开发的工程师，只要知道智能天线的基本原理，具有数字信号处理的基本知识，都可以使用本发明的方法来设计一个高质量的智能天线系统，并将其用于各种移动通信或无线用户环路系统，使之获得高性能。

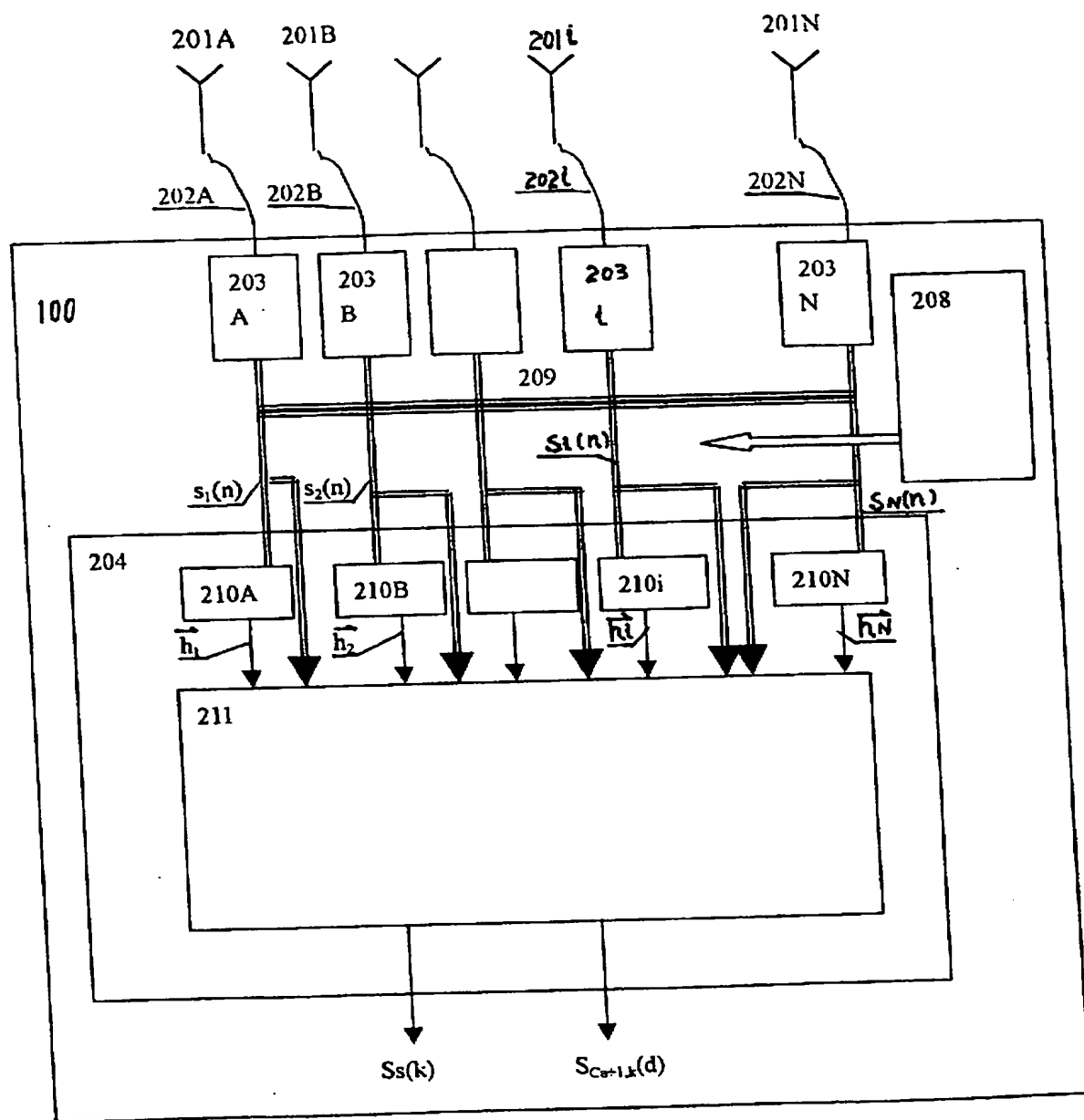


图 1

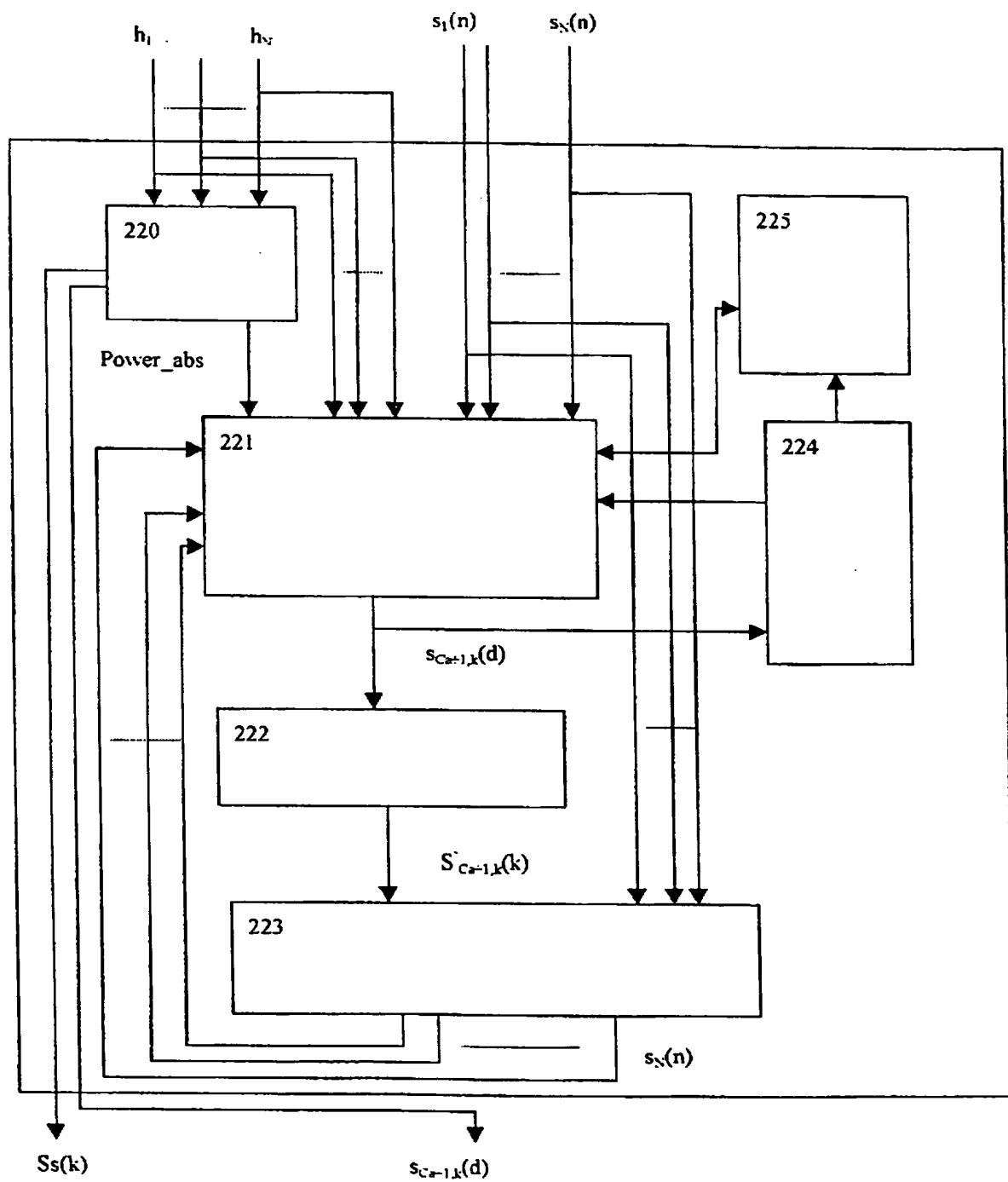


图 2

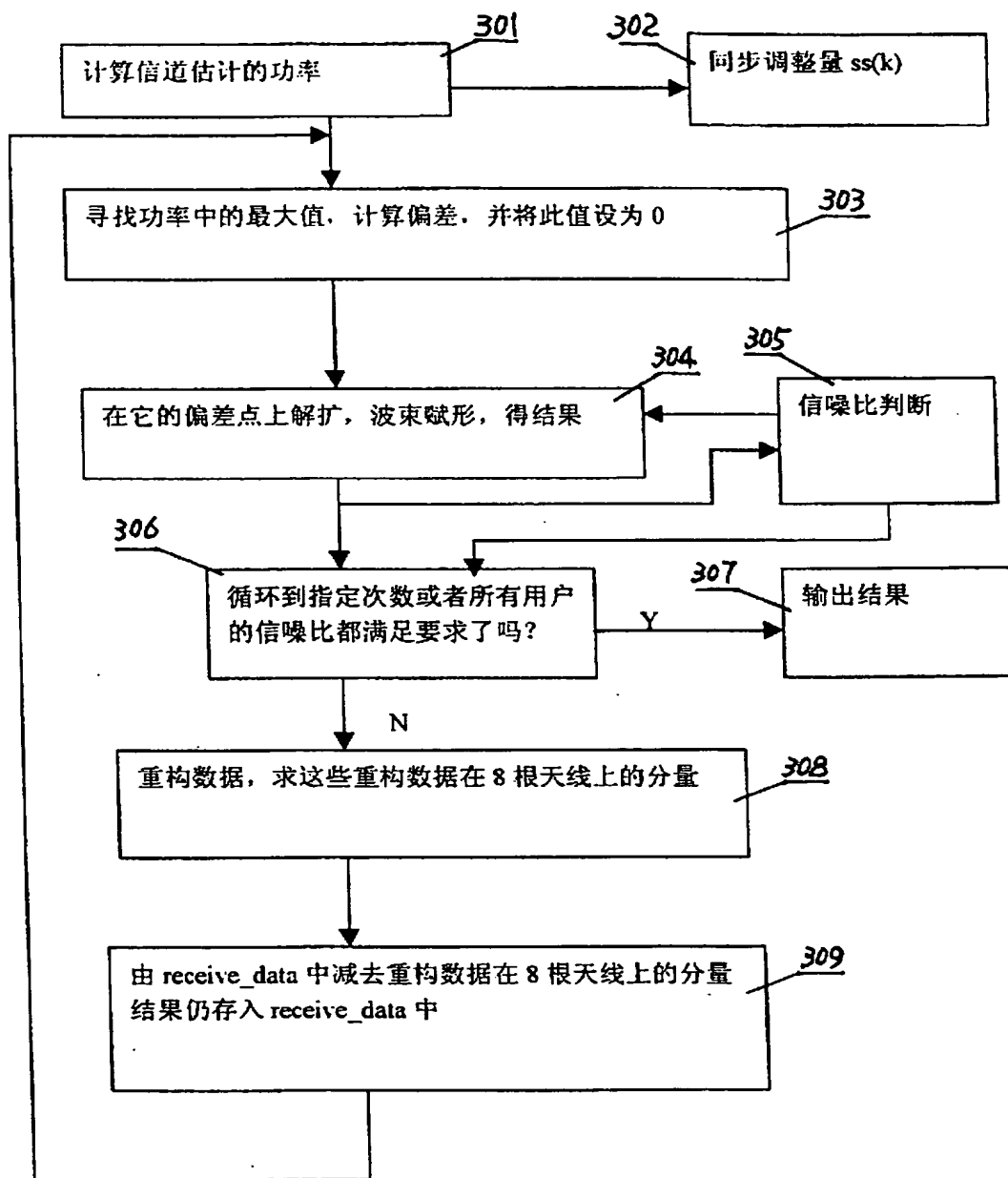


图 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**